

PCT/JP03/16114

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

16.12.03

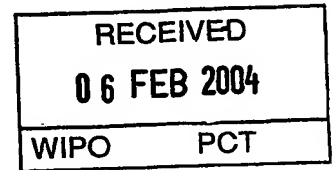
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 2 月 1 6 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 6 4 1 2 3
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 6 4 1 2 3]

出 願 人 浜松ホトニクス株式会社
Applicant(s):

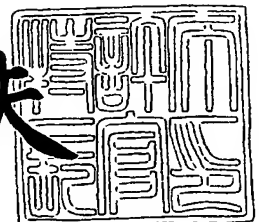


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 月 2 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 1 1 2 4 4 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 2002-0790

【提出日】 平成14年12月16日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 5/335

【発明者】

 【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

 【氏名】 鈴木 保博

【発明者】

 【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

 【氏名】 水野 誠一郎

【特許出願人】

 【識別番号】 000236436

 【氏名又は名称】 浜松ホトニクス株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100088155

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

 【識別番号】 100089978

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

 【識別番号】 100092657

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【選任した代理人】

【識別番号】 100110582

【弁理士】

【氏名又は名称】 柴田 昌聰

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入射光強度に応じた量の電荷を各々発生する($K \times M \times N$)個のフォトダイオード $PD_{k,m,n}$ と (ただし、 K は 2 以上の整数、 k は 1 以上 K 以下の各整数、 M は 1 以上の整数、 m は 1 以上 M 以下の各整数、 N は 2 以上の整数、 n は 1 以上 N 以下の各整数)、

前記($K \times M \times N$)個のフォトダイオード $PD_{k,m,n}$ のうち K 個のフォトダイオード $PD_{k,m,n}$ ($k = 1 \sim K$) に対応して 1 つずつ設けられ、これら K 個のフォトダイオード $PD_{k,m,n}$ ($k = 1 \sim K$) それぞれで発生した電荷を順次に入力して蓄積し、この蓄積した電荷の量に応じた電圧値を出力する($M \times N$)個の積分回路と、

前記($M \times N$)個の積分回路それぞれに対応して 1 つずつ設けられ、各々対応する積分回路から出力された電圧値に含まれる熱雑音成分を低減して、その熱雑音成分低減後の電圧値を出力する($M \times N$)個のフィルタ回路と、

を備えることを特徴とする光検出装置。

【請求項 2】 前記積分回路と前記フィルタ回路との間に設けられ、前記積分回路から出力された電圧値を入力し、この電圧値の一定時間の変化分を表す電圧値を出力する CDS 回路を更に備えることを特徴とする請求項 1 記載の光検出装置。

【請求項 3】 前記フィルタ回路から出力された電圧値を入力し、この電圧値を A/D 変換して、この電圧値に応じたデジタル値を出力する A/D 変換回路を更に備えることを特徴とする請求項 1 記載の光検出装置。

【請求項 4】 前記($K \times M \times N$)個のフォトダイオード $PD_{k,m,n}$ が M 行($K \times N$)列に 2 次元状 ($M = 2$ のとき) または 1 次元状 ($M = 1$ のとき) に配列されており、フォトダイオード $PD_{k,m,n}$ が第 m 行第 $(n + (k - 1)N)$ 列の位置に配置されている、ことを特徴とする請求項 1 記載の光検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、配列された複数のフォトダイオードを含む光検出装置に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

光検出装置は、2次元状または1次元状に配列された複数のフォトダイオードと、アンプおよび積分容量素子を含む積分回路とを備えた装置であり、また、さらに以降の信号処理回路をも備える場合がある（例えば特許文献1を参照）。この光検出装置では、各フォトダイオードへの入射光の強度に応じた量の電荷が該フォトダイオードから出力され、その電荷が積分容量素子に蓄積され、その蓄積された電荷の量に応じた電圧値が積分回路から出力される。複数のフォトダイオードそれぞれで発生した電荷の量に応じて積分回路から出力される電圧値に基づいて、複数のフォトダイオードが配列された光検出面へ入射する光が検出される。

【0003】**【特許文献1】**

特開平9-270960号公報

【0004】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、このような光検出装置において高速に光検出する際には、積分回路に含まれるアンプで生じる熱雑音が大きくなり、この熱雑音が光検出のS/N比の劣化の要因となる。アンプの熱雑音 V_n は次式で表される。

【0005】**【数1】**

$$V_n = \frac{C_d}{C_f} \sqrt{\frac{8kTB}{3G_m}} \quad \dots (1)$$

ここで、 C_d は、フォトダイオードの接合容量値と、フォトダイオードから積分回路に至るまでの配線の容量値との和である。 C_f は、積分回路の積分容量素

子の容量値である。 k は、ボルツマン定数である。 T は、温度である。 B は、積分回路に含まれるアンプの周波数帯域である。また、 G_m は、積分回路に含まれるアンプの入力トランジスタ・コンダクタンスである。

【0006】

上記(1)式の右辺中に現れるパラメータのうち、熱雑音の低減に寄与し得るのは、 B および G_m である。 G_m が大きいほど、熱雑音の低減に有効ではあるが、アンプの消費電力が大きくなる。多数のアンプを集積化する場合には、アンプの消費電力が大きいと、発熱の問題が生じる。したがって、 G_m を大きくするにも限界がある。また、 B が小さいほど、熱雑音の低減に有効ではあるが、光検出の速度の低下をもたらすことになる。このように、光検出の高速化と S/N 比改善との両立は困難である。

【0007】

本発明は、上記問題点を解消する為になされたものであり、 S/N 比および速度の何れをも確保することができる光検出装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る光検出装置は、(1) 入射光強度に応じた量の電荷を各々発生する($K \times M \times N$)個のフォトダイオード $PD_{k,m,n}$ と(ただし、 K は2以上の整数、 k は1以上 K 以下の各整数、 M は1以上の整数、 m は1以上 M 以下の各整数、 N は2以上の整数、 n は1以上 N 以下の各整数)、(2) ($K \times M \times N$)個のフォトダイオード $PD_{k,m,n}$ のうち K 個のフォトダイオード $PD_{k,m,n}$ ($k=1 \sim K$) に対応して1つずつ設けられ、これら K 個のフォトダイオード $PD_{k,m,n}$ ($k=1 \sim K$) それぞれで発生した電荷を順次に入力して蓄積し、この蓄積した電荷の量に応じた電圧値を出力する($M \times N$)個の積分回路と、(3) ($M \times N$)個の積分回路それぞれに対応して1つずつ設けられ、各々対応する積分回路から出力された電圧値に含まれる熱雑音成分を低減して、その熱雑音成分低減後の電圧値を出力する($M \times N$)個のフィルタ回路と、を備えることを特徴とする。

【0009】

本発明に係る光検出装置では、各 m 値および各 n 値について、 K 個のフォトダ

イオード $PD_{k,m,n}$ ($k=1\sim K$) それぞれにおいて光入射に応じて発生した電荷は、順次に、1個の積分回路に入力して蓄積され、この蓄積された電荷の量に応じた電圧値が積分回路から出力される。そして、積分回路から出力された電圧値に含まれる熱雑音成分はフィルタ回路により低減されて、熱雑音成分低減後の電圧値がフィルタ回路から出力される。したがって、この光検出装置は、 S/N 比および速度の何れをも確保することができる。

【0010】

本発明に係る光検出装置は、積分回路とフィルタ回路との間に設けられ、積分回路から出力された電圧値を入力し、この電圧値の一定時間の変化分を表す電圧値を出力する CDS 回路を更に備えるのが好適である。この場合、積分回路から出力された電圧値は CDS 回路に入力して、この電圧値の一定時間の変化分を表す電圧値が CDS 回路から出力されるので、積分回路のアンプのオフセットばらつきが CDS 回路により除去され得る。

【0011】

本発明に係る光検出装置は、フィルタ回路から出力された電圧値を入力し、この電圧値を A/D 変換して、この電圧値に応じたデジタル値を出力する A/D 変換回路を更に備えるのが好適である。この場合には、フィルタ回路から出力された電圧値は A/D 変換回路に入力して、この電圧値に応じたデジタル値が A/D 変換回路から出力される。

【0012】

本発明に係る光検出装置は、 $(K \times M \times N)$ 個のフォトダイオード $PD_{k,m,n}$ が M 行 $(K \times N)$ 列に 2 次元状 ($M=2$ のとき) または 1 次元状 ($M=1$ のとき) に配列されており、フォトダイオード $PD_{k,m,n}$ が第 m 行第 $(n+(k-1)N)$ 列の位置に配置されているのが好適である。この場合には、フォトダイオードについての処理 (電荷蓄積およびフィルタリングの他、必要に応じて CDS および A/D 変換) は、各行について列の並び順になされ得る。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、図面

の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0014】

図1は、本実施形態に係る光検出装置1の全体構成図である。図2は、本実施形態に係る光検出装置1の一部構成図である。図1で示された光検出部10の詳細が図2に示されている。

【0015】

これらの図に示される光検出装置1は、光検出部10、 $(M \times N)$ 個の積分回路 $20_{1,1} \sim 20_{M,N}$ 、 $(M \times N)$ 個のCDS回路 $30_{1,1} \sim 30_{M,N}$ 、 $(M \times N)$ 個のフィルタ回路 $40_{1,1} \sim 40_{M,N}$ 、 $(M \times N)$ 個のA/D変換回路 $50_{1,1} \sim 50_{M,N}$ および制御回路60を備える。また、光検出部10は、 $(K \times M \times N)$ 個のフォトダイオード $PD_{1,1,1} \sim PD_{K,M,N}$ 、および、 $(K \times M \times N)$ 個のスイッチ $SW_{1,1,1} \sim SW_{K,M,N}$ を有する。ここで、 K は2以上の整数であり、 M は1以上の整数であり、 N は2以上の整数である。また、以下に現れる k 、 m 、 n については、 k は1以上 K 以下の各整数であり、 m は1以上 M 以下の各整数であり、 n は1以上 N 以下の各整数である。なお、図1および図2では、 K を2とし、 M および N を4としている。

【0016】

フォトダイオード $PD_{k,m,n}$ は、入射光強度に応じた量の電荷を発生して接合容量部に蓄積するものである。これら $(K \times M \times N)$ 個のフォトダイオード $PD_{k,m,n}$ は、光検出部10において、 M 行 $(K \times N)$ 列に2次元状($M=2$ のとき)または1次元状($M=1$ のとき)に等間隔に配列されている。フォトダイオード $PD_{k,m,n}$ は第 m 行第 $(n + (k - 1)N)$ 列の位置に配置されている。スイッチ $SW_{k,m,n}$ は、フォトダイオード $PD_{k,m,n}$ に対して1対1に対応して、該フォトダイオード $PD_{k,m,n}$ と信号線 $SL_{m,n}$ との間に設けられている。 K 個のフォトダイオード $PD_{k,m,n}$ ($k=1 \sim K$)それぞれは、対応するスイッチ $SW_{k,m,n}$ を介して、信号線 $SL_{m,n}$ と接続されている。この信号線 $SL_{m,n}$ は、積分回路 $20_{m,n}$ の入力端に接続されている。また、 M 個のスイッチ $SW_{k,m,n}$ ($m=1 \sim M$)は、制御回路60から制御線 $CL_{k,n}$ に出力された制御信号により一括して開閉が制御される。

【0017】

積分回路 $20_{m,n}$ は、 K 個のフォトダイオード $PD_{k,m,n}$ ($k=1\sim K$) に対応して1つずつ設けられており、これら K 個のフォトダイオード $PD_{k,m,n}$ ($k=1\sim K$) それぞれで発生した電荷がスイッチ $SW_{k,m,n}$ および信号線 $SL_{m,n}$ を経て順次に到達した電荷を入力して蓄積し、この蓄積した電荷の量に応じた電圧値を出力する。CDS (Correlated Double Sampling、相関二重サンプリング) 回路 $30_{m,n}$ は、積分回路 $20_{m,n}$ から出力された電圧値を入力し、この電圧値の一定時間の変化分を表す電圧値を出力する。

【0018】

フィルタ回路 $40_{m,n}$ は、CDS 回路 $30_{m,n}$ から出力された電圧値を入力して、この電圧値に含まれる熱雑音成分を低減して、その熱雑音成分低減後の電圧値を出力する。このフィルタ回路 $40_{m,n}$ は、熱雑音成分を低減し得るフィルタ特性を有するローパスフィルタであるのが好適である。A/D変換回路 $50_{m,n}$ は、フィルタ回路 $40_{m,n}$ から出力された電圧値を入力し、この電圧値をA/D変換して、この電圧値（アナログ値）に応じたデジタル値を出力する。

【0019】

制御回路 60 は、($K\times M\times N$) 個のスイッチ $SW_{1,1,1}\sim SW_{K,M,N}$ それぞれの開閉を制御する為の制御信号を制御線 $CL_{k,n}$ に出力する。また、制御回路 60 は、積分回路 $20_{m,n}$ 、CDS 回路 $30_{m,n}$ およびA/D変換回路 $50_{m,n}$ それぞれの動作をも制御する。

【0020】

図3は、本実施形態に係る光検出装置1の回路図である。この図では、簡略化の為に、フォトダイオード $PD_{k,m,n}$ 、スイッチ $SW_{k,m,n}$ 、積分回路 $20_{m,n}$ 、CDS 回路 $30_{m,n}$ 、フィルタ回路 $40_{m,n}$ およびA/D変換回路 $50_{m,n}$ が1組のみ示されている。

【0021】

積分回路 $20_{m,n}$ は、アンプ A_{20} 、積分容量素子 C_{20} およびスイッチ SW_{20} を有している。アンプ A_{20} の入力端子は信号線 $SL_{m,n}$ に接続されている。アンプ A_{20} の入出力端子間に積分容量素子 C_{20} およびスイッチ SW_{20} が並列的に設けら

れている。スイッチ SW_{20} は制御部 60 により制御されて開閉する。スイッチ SW_{20} が閉じているとき、積分容量素子 C_{20} は放電されて、積分回路 $20_{m,n}$ から出力される電圧値は初期化される。一方、スイッチ SW_{20} が開いているとき、信号線 $SL_{m,n}$ を経て到達した電荷が積分容量素子 C_{20} に蓄積され、この積分容量素子 C_{20} に蓄積されている電荷の量に応じた電圧値が積分回路 $20_{m,n}$ から出力される。

【0022】

CDS 回路 $30_{m,n}$ は、アンプ A_{30} 、積分容量素子 C_{31} 、結合容量素子 C_{32} およびスイッチ SW_{30} を有している。アンプ A_{30} の入力端子は、結合容量素子 C_{32} を介して、積分回路 $20_{m,n}$ のアンプ A_{20} の出力端子に接続されている。アンプ A_{30} の入出力端子間に積分容量素子 C_{31} およびスイッチ SW_{30} が並列的に設けられている。スイッチ SW_{30} は制御部 60 により制御されて開閉する。スイッチ SW_{30} が閉じているとき、積分容量素子 C_{31} は放電されて、CDS 回路 $30_{m,n}$ から出力される電圧値は初期化される。一方、スイッチ SW_{30} が開いた時刻 t_0 より以降、積分回路 $20_{m,n}$ から出力された電圧値の変動分に応じた電荷が積分容量素子 C_{31} に蓄積され、この積分容量素子 C_{31} に蓄積されている電荷の量に応じた電圧値が CDS 回路 $30_{m,n}$ から出力される。

【0023】

フィルタ回路 $40_{m,n}$ は、抵抗素子 R_{40} および容量素子 C_{40} を有している。抵抗素子 R_{40} は、フィルタ回路 $40_{m,n}$ の入力端と出力端との間に設けられており、その出力端は、容量素子 C_{40} を介して接地電位と接続されている。このフィルタ回路 $40_{m,n}$ はローパスフィルタとして作用し、そのフィルタ特性におけるカットオフ周波数は、抵抗素子 R_{40} の抵抗値および容量素子 C_{40} の容量値に応じたものである。

【0024】

図 3 に示された回路図において、各素子の特性値の一例は以下のとおりである。フォトダイオード $PD_{m,n}$ の接合容量値 C_d と信号線 $SL_{m,n}$ の寄生容量値との和は 220 pF であり、信号線 $SL_{m,n}$ の抵抗値は $1\text{ k}\Omega$ である。積分回路 $20_{m,n}$ の積分容量素子 C_{20} の容量値 C_f は 1.25 pF であり、積分回路 $20_{m,n}$ のア

ンプA₂₀の周波数帯域Bは1MHzであり、ンプA₂₀の入力トランジスタ・コンダクタンスG_mは10mSである。また、温度Tは27℃である。このとき、積分回路20_{m,n}のンプA₂₀で生じる熱雑音V_nは1210μV_{rms}である。そして、フィルタ回路40_{m,n}の容量素子C₄₀の容量値を100pFとし、フィルタ回路40_{m,n}の抵抗素子R₄₀の抵抗値を20kΩとすると、フィルタ回路40_{m,n}のフィルタ特性におけるカットオフ周波数は0.08MHzであり、フィルタ回路40_{m,n}から出力される電圧値に含まれる熱雑音成分は724μV_{rms}まで低減される。

【0025】

次に、本実施形態に係る光検出装置1の動作について説明する。本実施形態に係る光検出装置1は、制御部60による制御の下に、以下のように動作する。図4は、本実施形態に係る光検出装置1の動作を説明するタイミングチャートである。この光検出装置1は、第1行～第M行が並列動作する。

【0026】

この図には、上から順に、スイッチSW_{1,m,1}の開閉、スイッチSW_{1,m,2}の開閉、スイッチSW_{1,m,3}の開閉、スイッチSW_{1,m,4}の開閉、スイッチSW_{2,m,1}の開閉、スイッチSW_{2,m,2}の開閉、スイッチSW_{2,m,3}の開閉、および、スイッチSW_{2,m,4}の開閉、が示されている。さらに続いて、積分回路20_{m,1}の出力電圧値、積分回路20_{m,2}の出力電圧値、積分回路20_{m,3}の出力電圧値、積分回路20_{m,4}の出力電圧値、フィルタ回路40_{m,1}の出力電圧値、フィルタ回路40_{m,2}の出力電圧値、フィルタ回路40_{m,3}の出力電圧値、フィルタ回路40_{m,4}の出力電圧値、A/D変換回路50_{m,1}の出力デジタル値、A/D変換回路50_{m,2}の出力デジタル値、A/D変換回路50_{m,3}の出力デジタル値、および、A/D変換回路50_{m,4}の出力デジタル値、が示されている。

【0027】

また、この図に示されるように、光検出装置1の動作は、循環する8つの期間T_{1,1}、T_{1,2}、T_{1,3}、T_{1,4}、T_{2,1}、T_{2,2}、T_{2,3}およびT_{2,4}に区分される。これらの各期間T_{k,n}の時間Tは一定である。スイッチSW_{1,m,1}は期間T_{1,1}内に閉じ、スイッチSW_{1,m,2}は期間T_{1,2}内に閉じ、スイッチSW_{1,m,3}は期間T₁

,3内に閉じ、スイッチSW_{1,m,4}は期間T_{1,4}内に閉じ、スイッチSW_{2,m,1}は期間T_{2,1}内に閉じ、スイッチSW_{2,m,2}は期間T_{2,2}内に閉じ、スイッチSW_{2,m,3}は期間T_{2,3}内に閉じ、スイッチSW_{2,m,4}は期間T_{2,4}内に閉じ、以降、このようなスイッチの開閉が繰り返される。

【0028】

スイッチSW_{1,m,1}は期間T_{1,1}内に閉じる。また、この期間T_{1,1}前に、積分回路20_{m,1}のスイッチSW₂₀は一旦閉じた後に開き、積分回路20_{m,1}の出力電圧値は初期化されている。スイッチSW_{1,m,1}が閉じると、それまでフォトダイオードPD_{1,m,1}で発生して接合容量部に蓄積されていた電荷は、スイッチSW_{1,m,1}および信号線SL_{m,1}を経て積分回路20_{m,1}に輸入し、この積分回路20_{m,1}の積分容量素子C₂₀に蓄積され、その蓄積された電荷の量に応じた電圧値が積分回路20_{m,1}から出力される。積分回路20_{m,1}の出力電圧値は期間T_{1,1}後も期間T_{1,3}まで保持され、期間T_{1,4}になって、積分回路20_{m,1}のスイッチSW₂₀が閉じると、積分回路20_{m,1}の出力電圧値が初期化される。

【0029】

積分回路20_{m,1}の出力電圧値はCDS回路30_{m,1}に輸入する。このCDS回路30_{m,1}からは、期間T_{1,1}から期間T_{1,2}までのうちの一定時間における積分回路20_{m,1}の出力電圧値の変化分に応じた電圧値が出力される。CDS回路30_{m,1}の出力電圧値は、フィルタ回路40_{m,1}に輸入して熱雑音成分が低減される。しかし、フィルタ回路40_{m,1}のフィルタ特性に因り、フィルタ回路40_{m,1}の出力電圧波形は、CDS回路30_{m,1}の出力電圧波形と比べて鈍ったものとなる。

【0030】

フィルタ回路40_{m,1}の出力電圧値は、その値が安定した時点でA/D変換回路50_{m,1}によりA/D変換されて、期間T_{1,3}にA/D変換回路50_{m,1}からデジタル値が出力される。ここで、期間T_{1,3}にA/D変換回路50_{m,1}から出力されるデジタル値は、期間T_{1,1}にフォトダイオードPD_{1,m,1}の接合容量部から積分回路20_{m,1}の積分容量素子C₂₀に移動した電荷の量に応じたもの、すなわち、フォトダイオードPD_{1,m,1}への光入射の強度に応じたものである。

【0031】

また、スイッチ $SW_{2,m,1}$ は期間 $T_{2,1}$ 内に閉じる。また、この期間 $T_{2,1}$ 前に、積分回路 $20_{m,1}$ のスイッチ SW_{20} は一旦閉じた後に開き、積分回路 $20_{m,1}$ の出力電圧値は初期化されている。スイッチ $SW_{2,m,1}$ が閉じると、それまでフォトダイオード $PD_{2,m,1}$ で発生して接合容量部に蓄積されていた電荷は、スイッチ $SW_{2,m,1}$ および信号線 $SL_{m,1}$ を経て積分回路 $20_{m,1}$ に入力し、この積分回路 $20_{m,1}$ の積分容量素子 C_{20} に蓄積され、その蓄積された電荷の量に応じた電圧値が積分回路 $20_{m,1}$ から出力される。積分回路 $20_{m,1}$ の出力電圧値は期間 $T_{2,1}$ 後も期間 $T_{2,3}$ まで保持され、期間 $T_{2,4}$ になって、積分回路 $20_{m,1}$ のスイッチ SW_{20} が閉じると、積分回路 $20_{m,1}$ の出力電圧値が初期化される。

【0032】

積分回路 $20_{m,1}$ の出力電圧値は CDS 回路 $30_{m,1}$ に入力する。この CDS 回路 $30_{m,1}$ からは、期間 $T_{2,1}$ から期間 $T_{2,2}$ までのうちの一定時間における積分回路 $20_{m,1}$ の出力電圧値の変化分に応じた電圧値が出力される。 CDS 回路 $30_{m,1}$ の出力電圧値は、フィルタ回路 $40_{m,1}$ に入力して熱雑音成分が低減される。しかし、フィルタ回路 $40_{m,1}$ のフィルタ特性に因り、フィルタ回路 $40_{m,1}$ の出力電圧波形は、 CDS 回路 $30_{m,1}$ の出力電圧波形と比べて鈍ったものとなる。

【0033】

フィルタ回路 $40_{m,1}$ の出力電圧値は、その値が安定した時点で A/D 変換回路 $50_{m,1}$ により A/D 変換されて、期間 $T_{2,3}$ に A/D 変換回路 $50_{m,1}$ からデジタル値が出力される。ここで、期間 $T_{2,3}$ に A/D 変換回路 $50_{m,1}$ から出力されるデジタル値は、期間 $T_{2,1}$ にフォトダイオード $PD_{2,m,1}$ の接合容量部から積分回路 $20_{m,1}$ の積分容量素子 C_{20} に移動した電荷の量に応じたもの、すなわち、フォトダイオード $PD_{2,m,1}$ への光入射の強度に応じたものである。

【0034】

以上では、スイッチ $SW_{1,m,1}$ 、スイッチ $SW_{2,m,1}$ 、積分回路 $20_{m,1}$ 、 CDS 回路 $30_{m,1}$ 、フィルタ回路 $40_{m,1}$ および A/D 変換回路 $50_{m,1}$ について、すなわち、 n が 1 の場合について、動作を説明した。 n が 2～4 の場合も、動作

タイミングがシフトするものの同様である。

【0035】

したがって、フォトダイオード $PD_{1,m,1}$ への光入射の強度に応じたデジタル値が期間 $T_{1,3}$ に出力され、フォトダイオード $PD_{1,m,2}$ への光入射の強度に応じたデジタル値が期間 $T_{1,4}$ に出力され、フォトダイオード $PD_{1,m,3}$ への光入射の強度に応じたデジタル値が期間 $T_{2,1}$ に出力され、フォトダイオード $PD_{1,m,4}$ への光入射の強度に応じたデジタル値が期間 $T_{2,2}$ に出力され、フォトダイオード $PD_{2,m,1}$ への光入射の強度に応じたデジタル値が期間 $T_{2,3}$ に出力され、フォトダイオード $PD_{2,m,2}$ への光入射の強度に応じたデジタル値が期間 $T_{2,4}$ に出力され、フォトダイオード $PD_{2,m,3}$ への光入射の強度に応じたデジタル値がその後の期間 $T_{1,1}$ に出力され、フォトダイオード $PD_{2,m,4}$ への光入射の強度に応じたデジタル値が期間 $T_{1,2}$ に出力される。

【0036】

以上のように、本実施形態に係る光検出装置 1 では、 $(K \times M \times N)$ 個のフォトダイオード $PD_{k,m,n}$ が光検出部 10 において M 行 $(K \times N)$ 列に配列されていて、各行の $(K \times N)$ 個のフォトダイオード $PD_{k,m,n}$ ($k=1 \sim K$, $n=1 \sim N$) について順次に時間 T 毎に処理（電荷蓄積、CDS、フィルタリング、A/D変換）がなされる。一方、積分回路 $20_{m,n}$ における電荷蓄積動作、CDS回路 $30_{m,n}$ におけるCDS動作、フィルタ回路 $40_{m,n}$ におけるフィルタリング動作、および、A/D変換回路 $50_{m,n}$ におけるA/D変換動作それぞれは、時間 $(N \times T)$ 毎に処理がなされる。

【0037】

本実施形態に係る光検出装置 1 では、積分回路 $20_{m,n}$ から出力された電圧値に含まれる熱雑音成分がフィルタ回路 $40_{m,n}$ により低減される。また、フィルタ回路 $40_{m,n}$ から出力される電圧値波形は鈍るが、積分回路 $20_{m,n}$ における電荷蓄積からA/D変換回路 $50_{m,n}$ におけるA/D変換に至る迄の動作は時間 $(N \times T)$ 毎に処理がなされ、フィルタ回路 $40_{m,n}$ から出力される電圧値は、その値が安定した時点でA/D変換回路 $50_{m,n}$ によりA/D変換される。したがって、この光検出装置 1 は、光検出の高速性を維持したまま、光検出の S/N 比が改

善され得る。また、積分回路 $20_{m,n}$ に含まれるアンプ A_{20} の入力トランジスタ・コンダクタンス G_m を大きくしなくても、光検出の S/N 比の改善が図られるので、アンプ A_{20} の消費電力の増加が抑制され、発熱の問題が低減される。

【0038】

また、CDS回路 $30_{m,n}$ が設けられていることにより、積分回路 $20_{m,n}$ のアンプ A_{20} のオフセットばらつきがCDS回路 $30_{m,n}$ により除去されるので、この点でも、光検出の S/N 比の改善が図られる。なお、CDS回路 $30_{m,n}$ にもアンプ A_{30} が含まれているが、このアンプ A_{30} で生じる熱雑音は、積分回路 $20_{m,n}$ に含まれているアンプ A_{20} で生じる熱雑音と比べて僅かである。

【0039】

また、A/D変換回路 $50_{m,n}$ が設けられていることにより、光検出装置1により得られた光検出データはデジタル値として出力されるので、この光検出データの記憶や画像処理が容易である。また、A/D変換回路 $50_{m,n}$ に対する高速処理の要求も緩和されるので、A/D変換回路 $50_{m,n}$ における消費電力の増加も抑制される。

【0040】

さらに、 $(K \times M \times N)$ 個のフォトダイオード $PD_{k,m,n}$ が M 行 $(K \times N)$ 列に配列されていて、フォトダイオード $PD_{k,m,n}$ が第 m 行第 $(n + (k - 1)N)$ 列の位置に配置されており、フォトダイオード $PD_{k,m,n}$ についての処理（電荷蓄積、CDS、フィルタリング、A/D変換）が各行について列の並び順になされるので、この点でも、光検出装置1により得られた光検出データの記憶や画像処理が容易である。

【0041】

なお、上記実施形態ではCDS回路 $30_{m,n}$ の後段にフィルタ回路 $40_{m,n}$ を設けたが、積分回路 $20_{m,n}$ とCDS回路 $30_{m,n}$ との間にフィルタ回路を設けてもよい。積分回路 $20_{m,n}$ とCDS回路 $30_{m,n}$ との間に設けられるフィルタ回路は、既述したフィルタ回路 $40_{m,n}$ と同様の構成のものであってもよいが、図5中に示されるように抵抗素子 R のみから構成されるものであってもよい。この抵抗素子 R もローパスフィルタとして作用し得る。

【0 0 4 2】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したとおり、本発明に係る光検出装置では、各 m 値および各 n 値について、 K 個のフォトダイオード $PD_{k,m,n}$ ($k=1\sim K$) それぞれにおいて光入射に応じて発生した電荷は、順次に、1個の積分回路に入力して蓄積され、この蓄積された電荷の量に応じた電圧値が積分回路から出力される。そして、積分回路から出力された電圧値に含まれる熱雑音成分はフィルタ回路により低減されて、熱雑音成分低減後の電圧値がフィルタ回路から出力される。したがって、この光検出装置は、 S/N 比および速度の何れをも確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本実施形態に係る光検出装置 1 の全体構成図である。

【図 2】

本実施形態に係る光検出装置 1 の一部構成図である。

【図 3】

本実施形態に係る光検出装置 1 の回路図である。

【図 4】

本実施形態に係る光検出装置 1 の動作を説明するタイミングチャートである。

【図 5】

本実施形態に係る光検出装置 1 の他の回路例を示す図である。

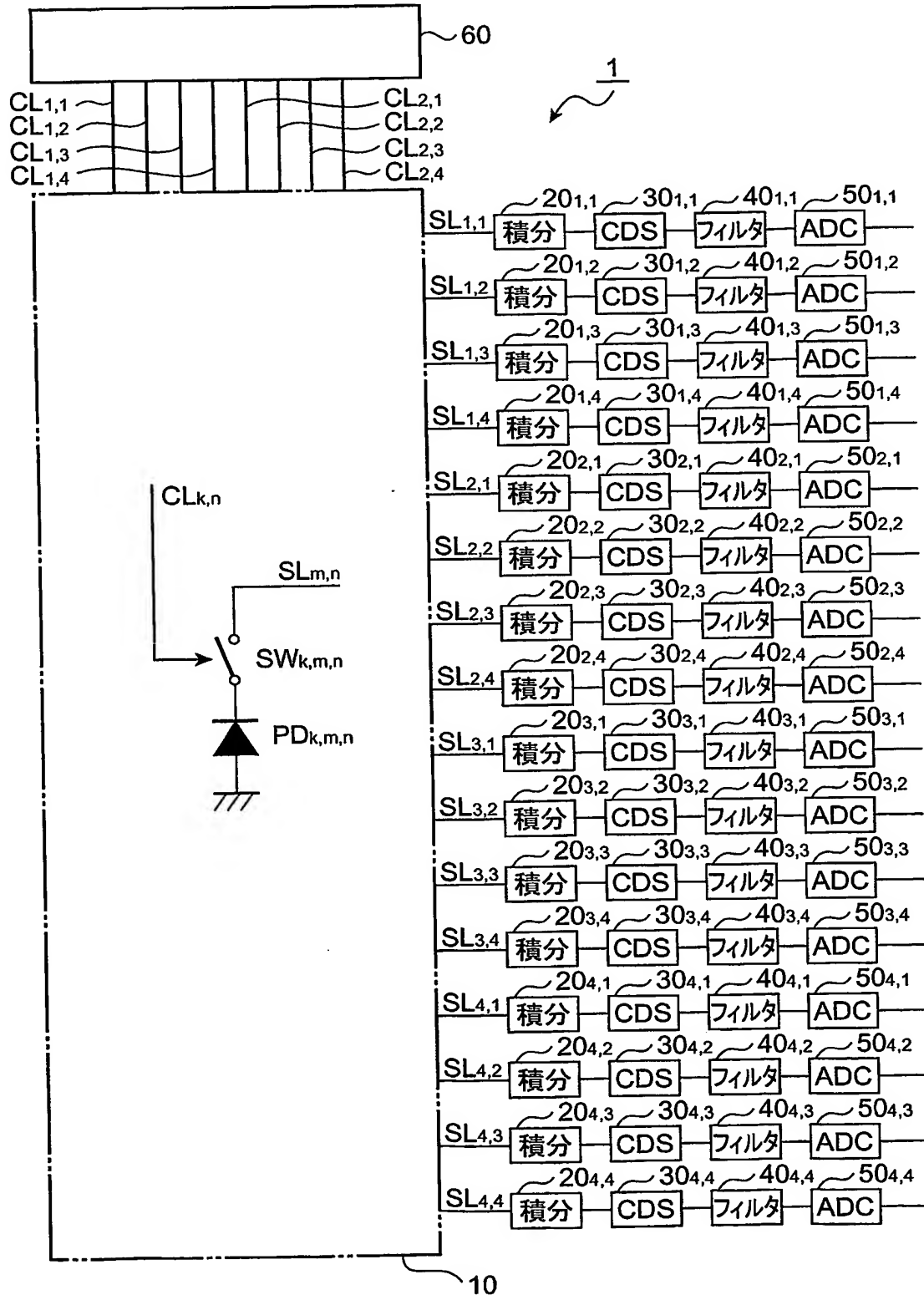
【符号の説明】

1…光検出装置、10…光検出部、20…積分回路、30…CDS回路、40…フィルタ回路、50…A/D変換回路、60…制御回路、A…アンプ、C…容量素子、R…抵抗素子、PD…フォトダイオード、SW…スイッチ、CL…制御線、SL…信号線。

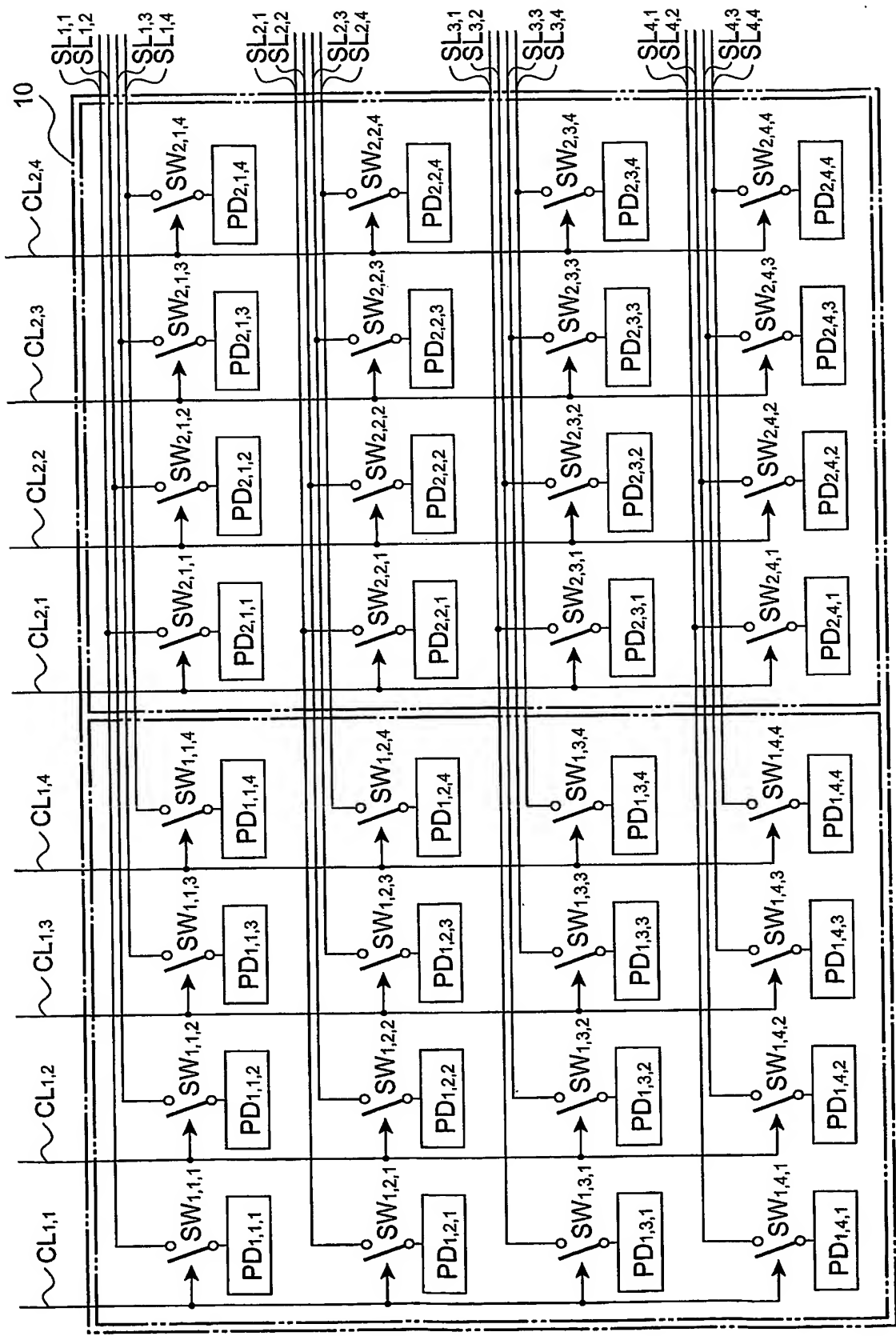
【書類名】

図面

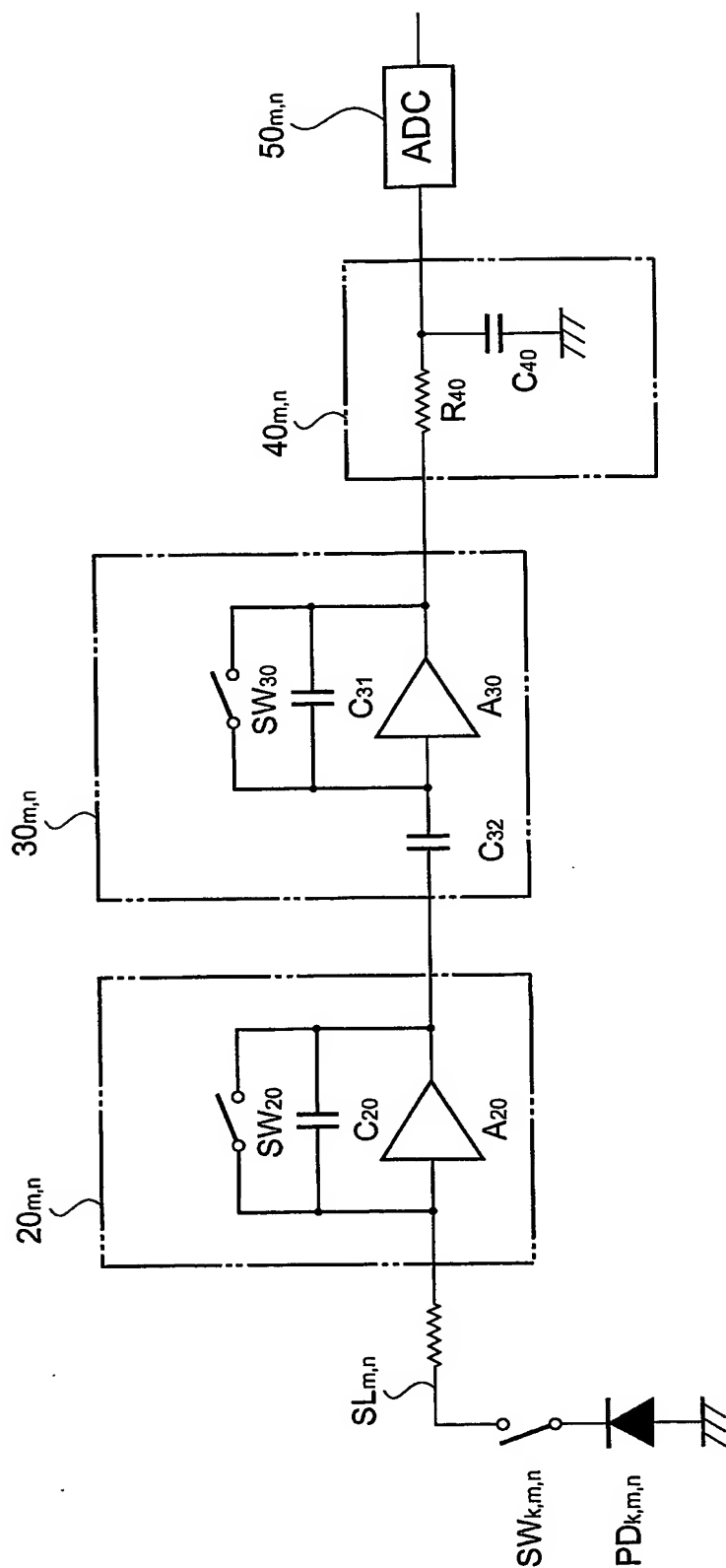
【図 1】



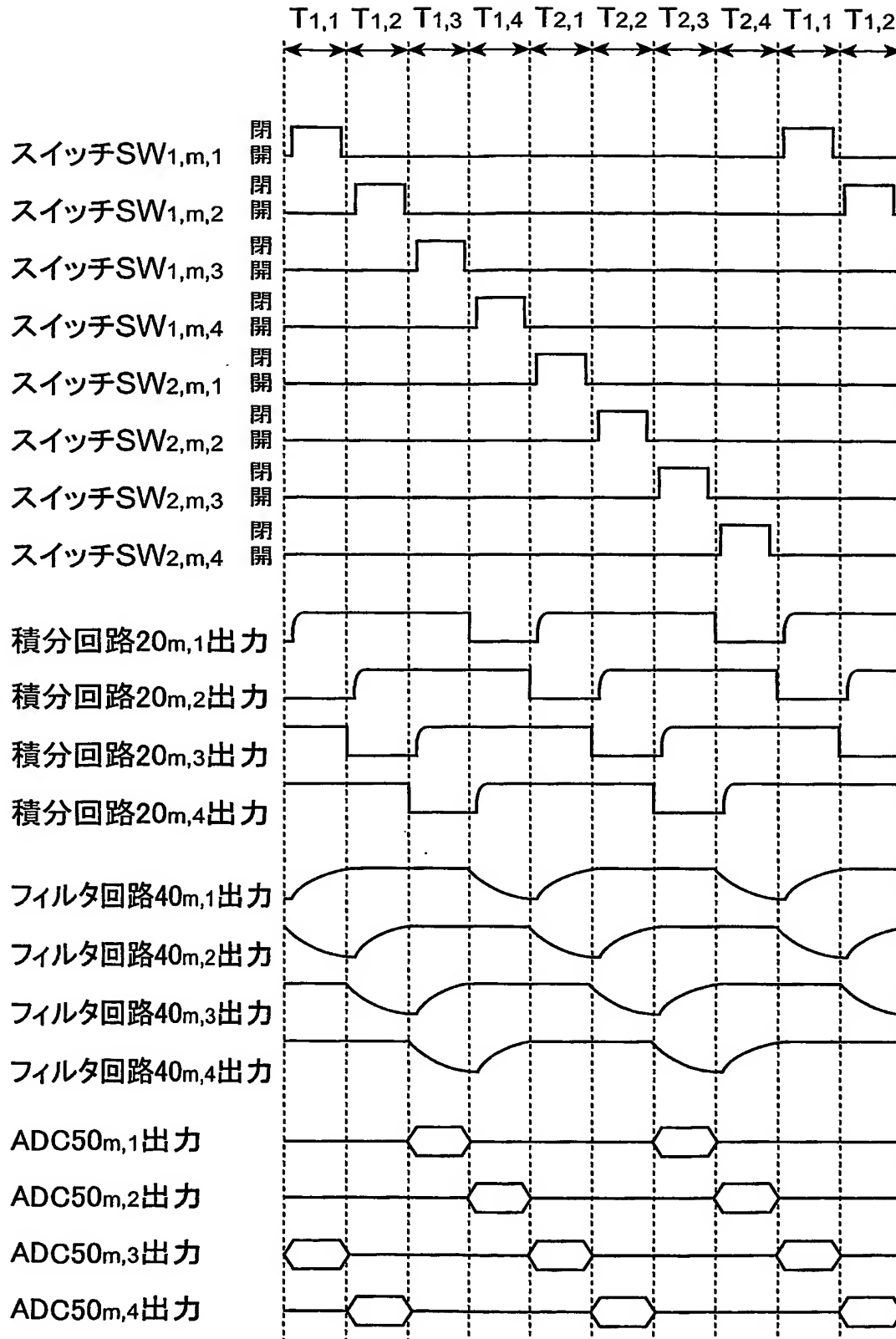
【図 2】



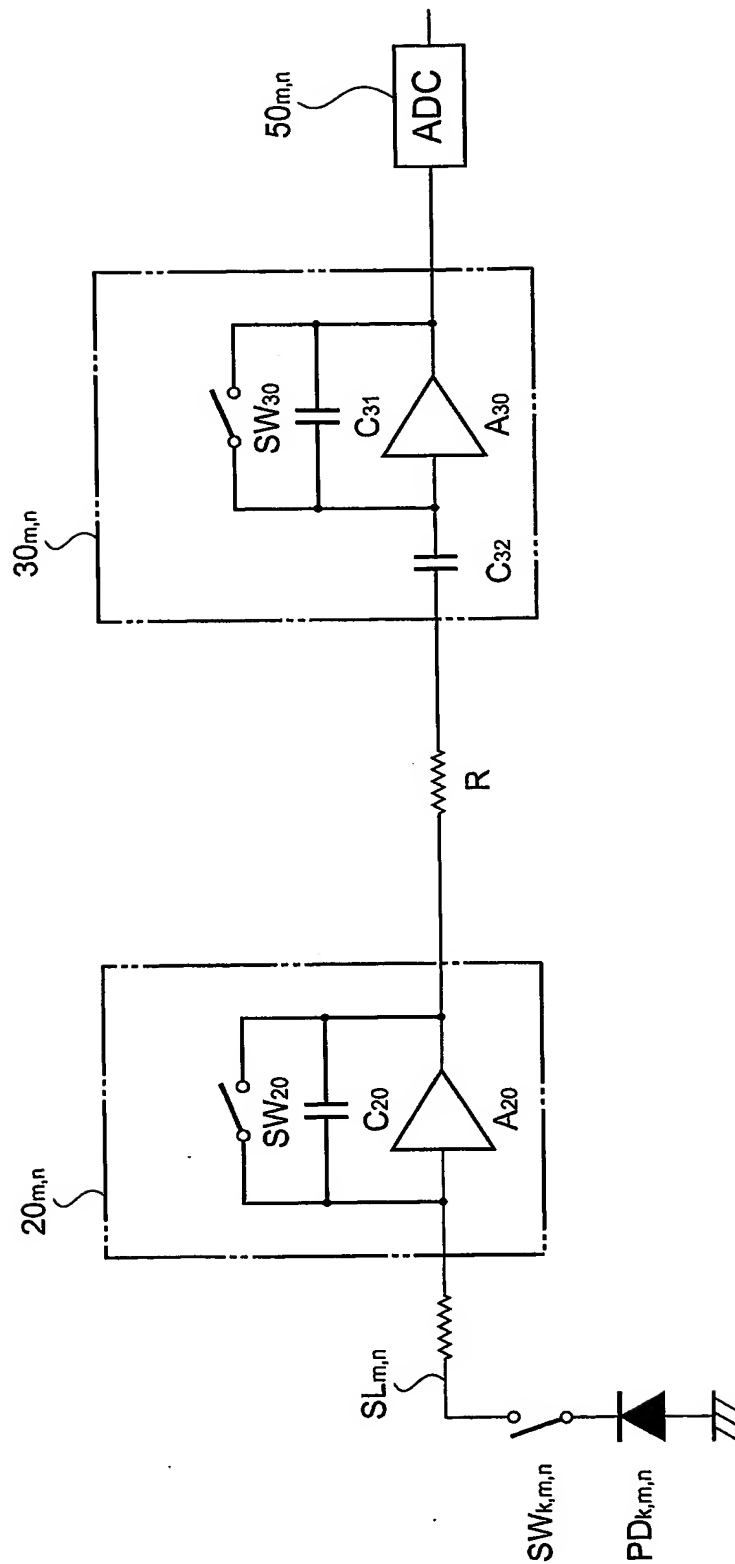
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 S/N 比および速度の何れをも確保することができる光検出装置を提供する。

【解決手段】 光検出装置 1 では、 $(K \times M \times N)$ 個のフォトダイオード $PD_{k,m,n}$ が光検出部 10 において M 行 $(K \times N)$ 列に配列されていて、各行の $(K \times N)$ 個のフォトダイオード $PD_{k,m,n}$ ($k = 1 \sim K$ 、 $n = 1 \sim N$) それぞれについて、時間 T 毎に処理（電荷蓄積、 CDS 、フィルタリング、 A/D 変換）がなされる。積分回路 20 _{m,n} における電荷蓄積動作、 CDS 回路 30 _{m,n} における CDS 動作、フィルタ回路 40 _{m,n} におけるフィルタリング動作、および、 A/D 変換回路 50 _{m,n} における A/D 変換動作それぞれは、時間 $(N \times T)$ 毎に処理がなされる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 6 4 1 2 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 3 6 4 3 6]

1. 変更新月日

1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1

氏 名

浜松ホトニクス株式会社